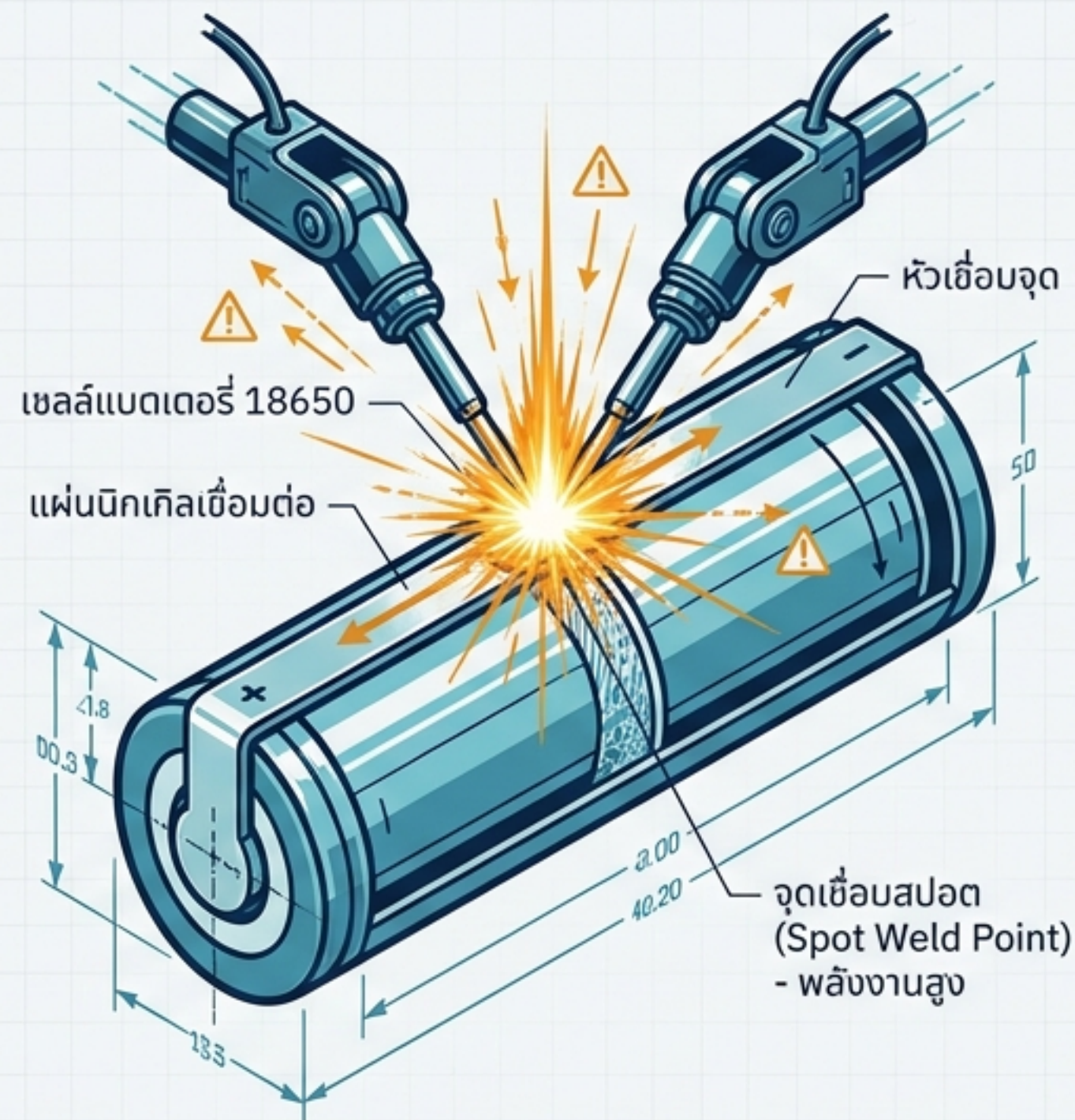


โครงสร้างและวิศวกรรม การประกอบ แบตเตอรี่ลิเทียม

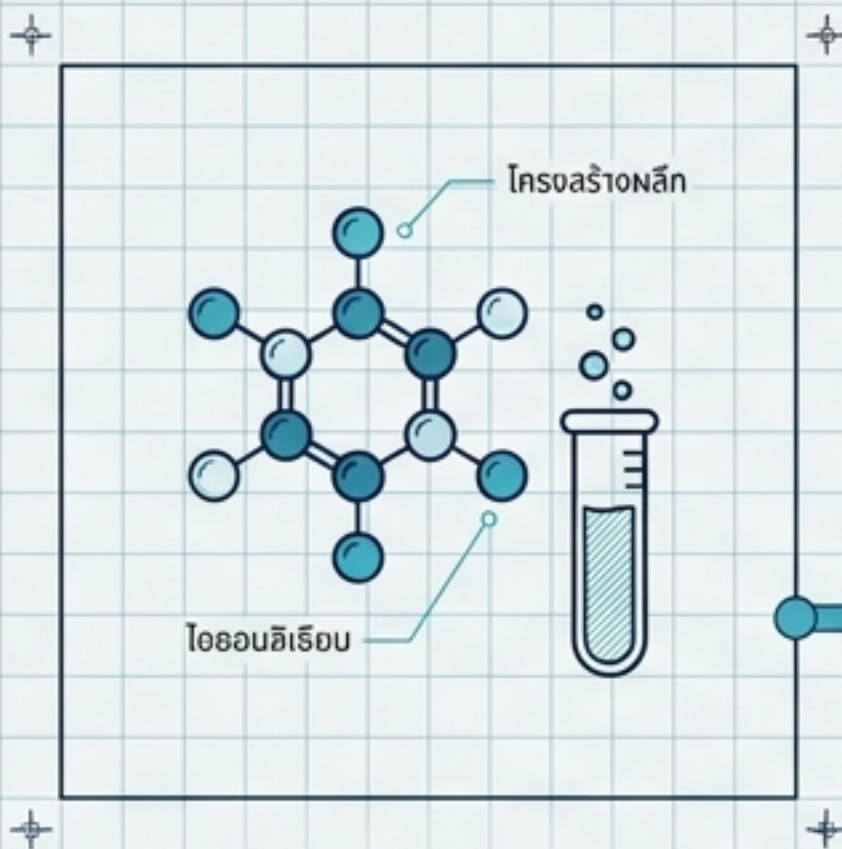
จากทฤษฎีเคมีสู่เทคนิคการเชื่อมประกอบที่ได้มาตรฐาน

ผู้สอน: นางสาวธนพร เทพสมุทร

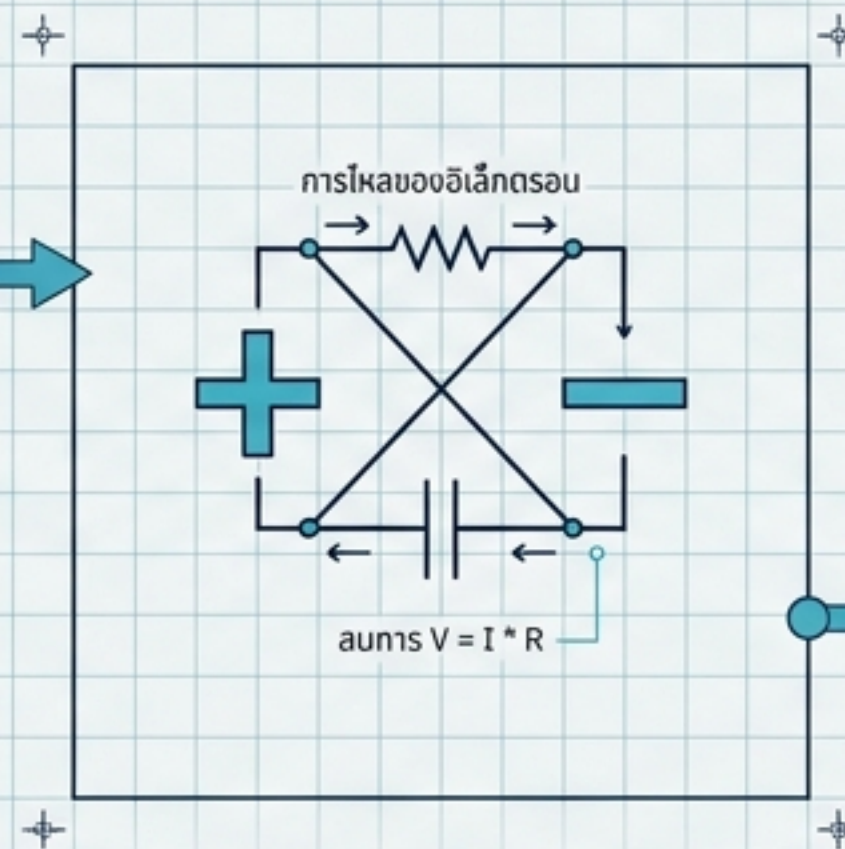
เอกสารประกอบการสอนวิชาช่างและวิศวกรรมไฟฟ้า



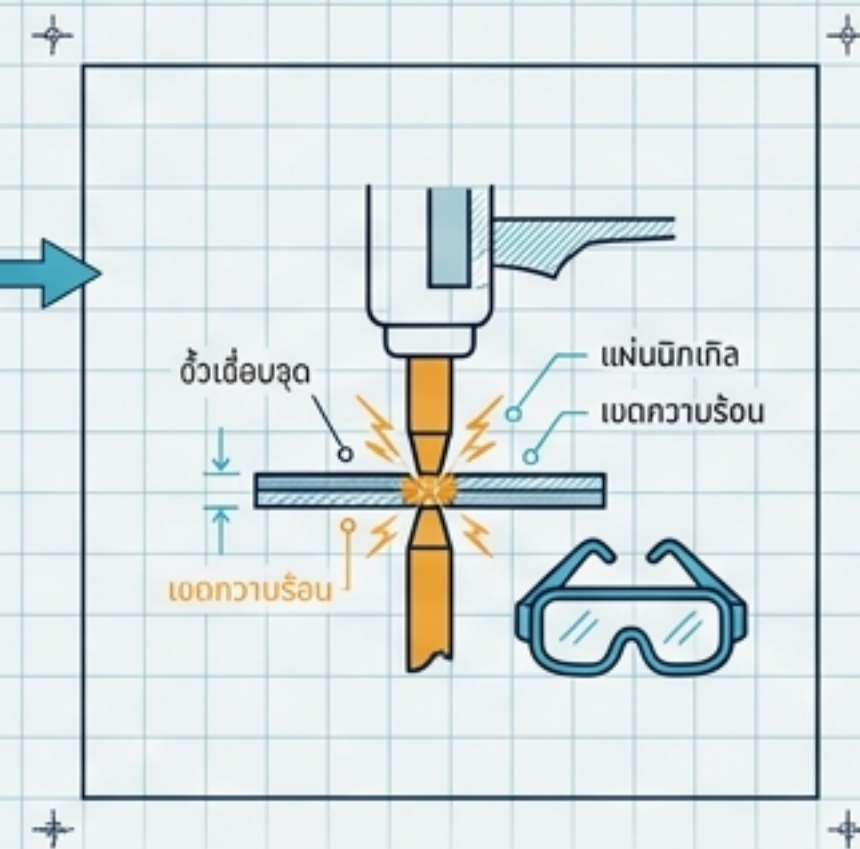
พิมพ์เขียววิศวกรรมแบตเตอรี่



1. ทฤษฎีเคมี
การเลือกวัสดุ Cathode
ที่เหมาะสม



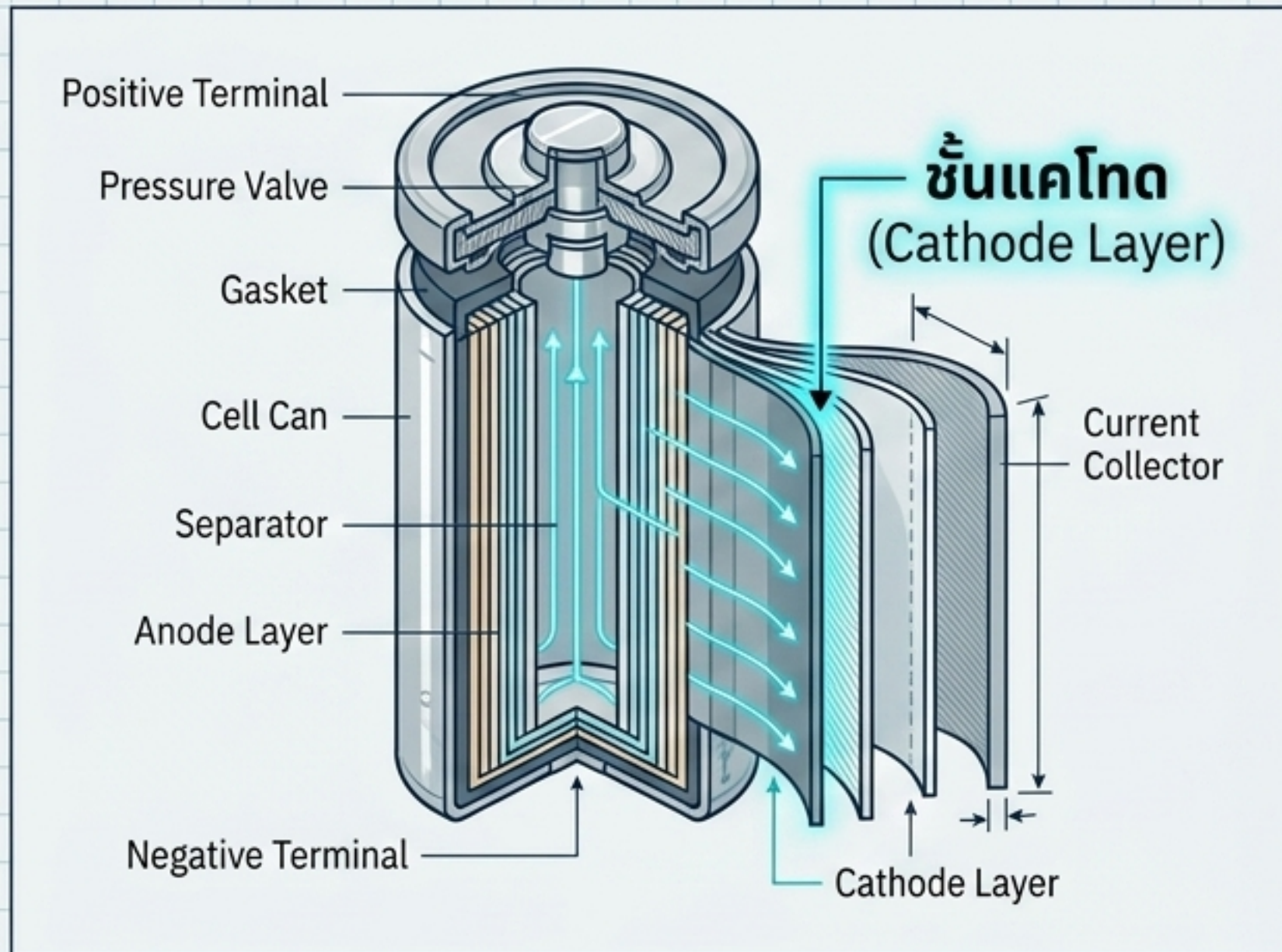
2. โครงสร้างไฟฟ้า
คณิตศาสตร์ของการต่อ
อนุกรมและขนาน



3. ภาคปฏิบัติการประกอบ
การคำนวณแผ่นนิกเกิลและ
เทคนิค Spot Welding

ปัจจัยกำหนดประสิทธิภาพ: ขั้วแคโทด (Cathode)

หัวใจหลักที่กำหนดลักษณะการทำงานของแบตเตอรี่ลิเธียมคือสารเคมีที่**ขั้วบวก** (Cathode Material) วิศวกรต้องประเมิน 3 ตัวแปรหลักเพื่อเลือกใช้ให้ตรงกับงาน:



แรงดันไฟฟ้า
(Nominal Voltage) กำหนดกำลังไฟพื้นฐาน



พลังงานจำเพาะ
(Specific Energy: Wh/kg) กำหนดน้ำหนักและระยะเวลาการใช้งาน



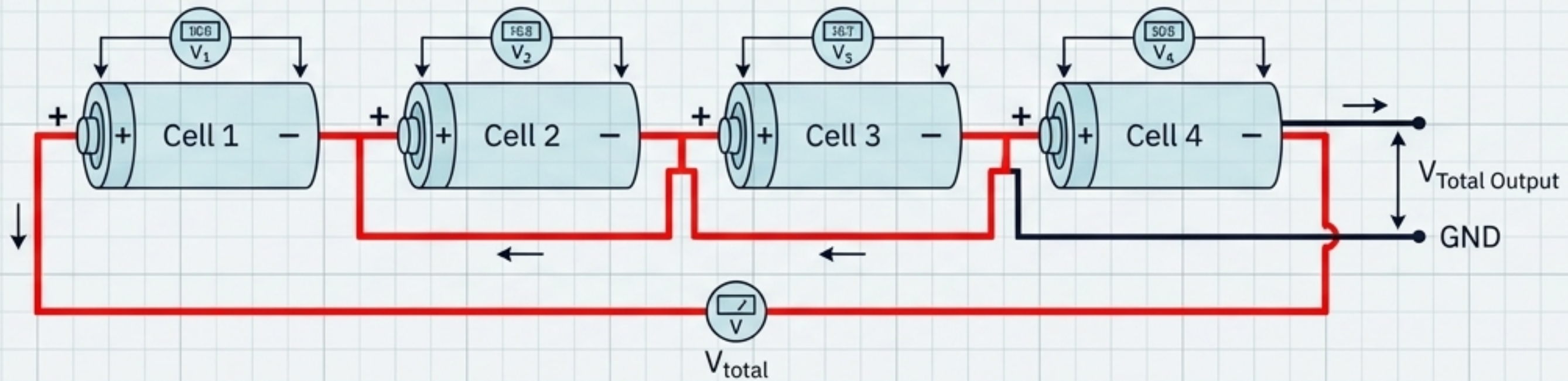
รอบการใช้งาน
(Cycle Life) กำหนดอายุการใช้งานของระบบ

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติเคมีของแบตเตอรี่ลิเทียม

ประเภทเคมี (Cathode Material)	แรงดันไฟฟ้า ที่กำหนด (Nominal Voltage)	พลังงานจำเพาะ (Specific Energy: Wh/kg)	รอบการชาร์จ/ อายุประจุ (Cycle Life)	ความเหมาะสม ในการใช้งาน
ลิเทียมโคบอลต์ออกไซด์ (LCO)	3.7 V	180 - 230	500 - 1,000	อุปกรณ์พกพา ขนาดเล็ก
ลิเทียมนิกเกิลแมงกานีส โคบอลต์ (NMC)	3.5 - 3.6 V	160 - 270	1,000 - 2,000	ยานยนต์ไฟฟ้า (EV) ระบบกำลังสูง
ลิเทียมไอออนฟอสเฟต (LiFePO4 / LFP)	3.2 V	100 - 180	2,000 - 5,000+	ระบบกักเก็บพลังงาน (ESS), อุตสาหกรรม

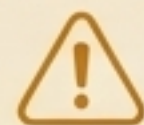
โครงสร้างไฟฟ้า: การต่ออนุกรม (Series Configuration)

เพิ่มแรงดันไฟฟ้า (Voltage)
โดยที่ความจุ (Capacity) คงที่



$$V_{total} = V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

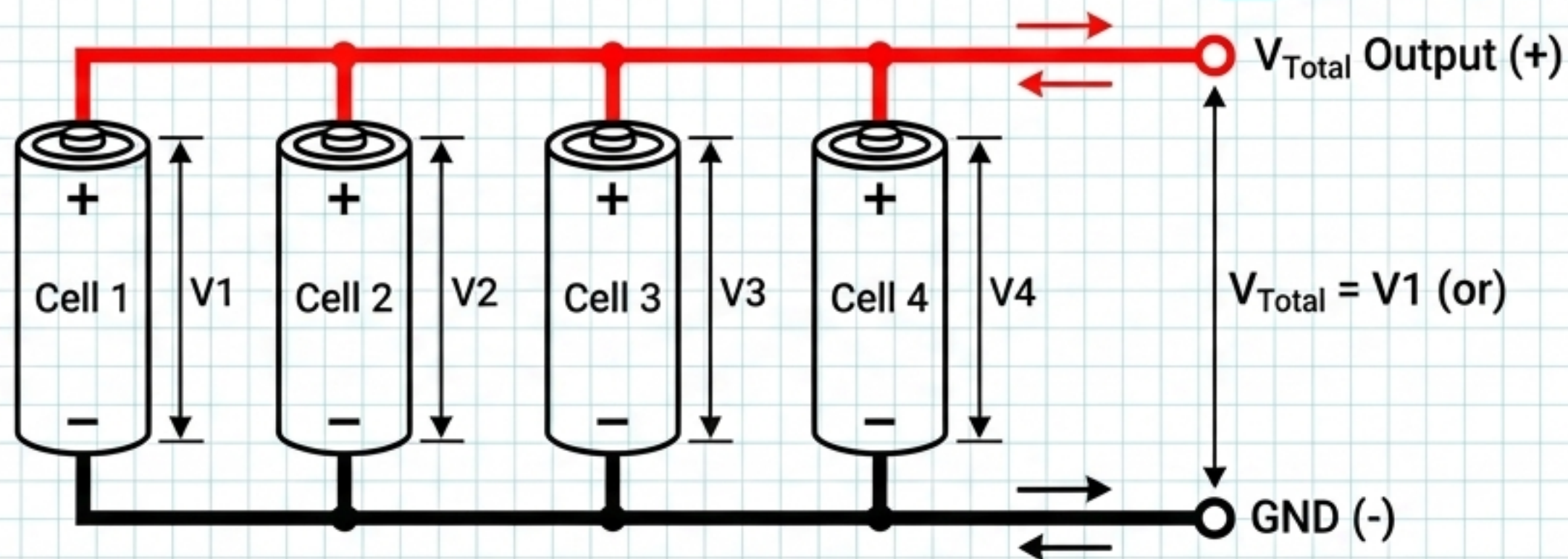
$$V_{total} = \sum_{i=1}^n V_i$$



การต่อขั้วบวกเข้ากับขั้วลบของเซลล์ถัดไป ทำให้แรงดันรวมเท่ากับผลรวมของแรงดันแต่ละเซลล์
เหมาะสำหรับระบบที่ต้องการกำลังขับเคลื่อนสูง (High Power)

โครงสร้างไฟฟ้า: การต่อขนาน (Parallel Configuration)

เพิ่มความจุ (Capacity)
โดยที่แรงดันไฟฟ้า (Voltage) คงที่



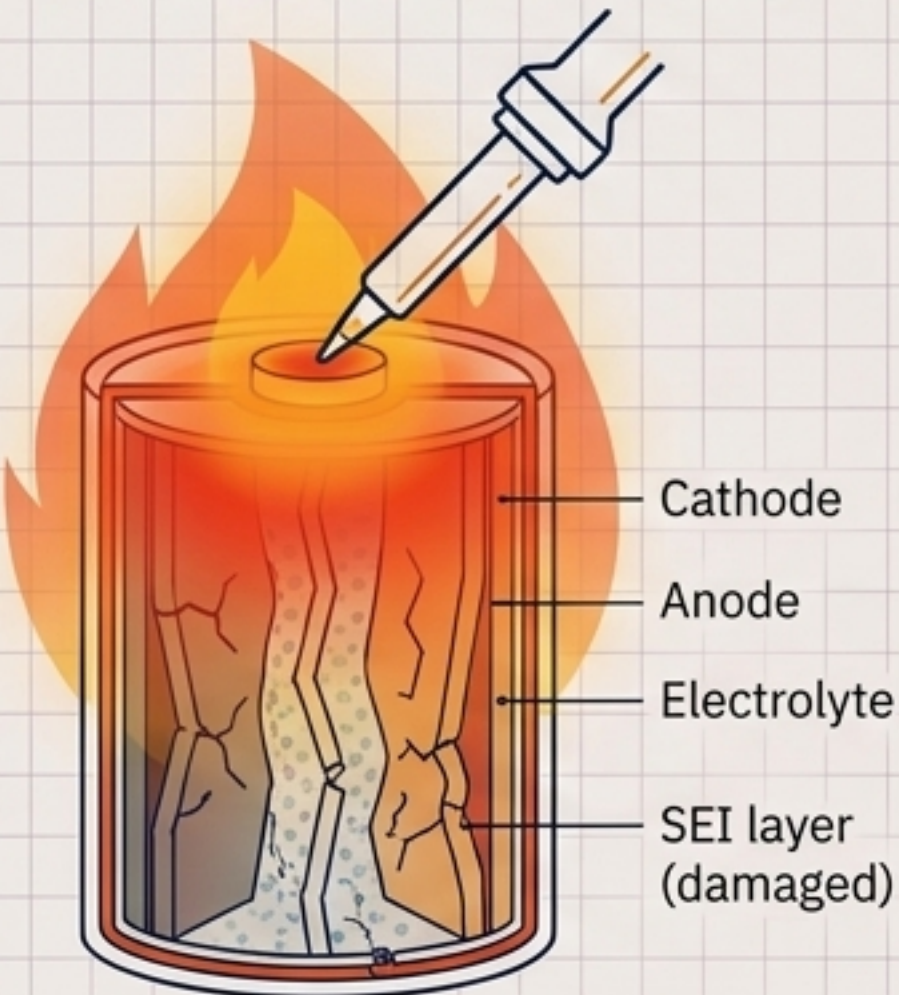
$$P_{total} = C_{total} \times V_{total}$$

Where C_{total} is the sum of individual capacities ($C1+C2+C3+C4$)
and V_{total} is the voltage of a single cell.

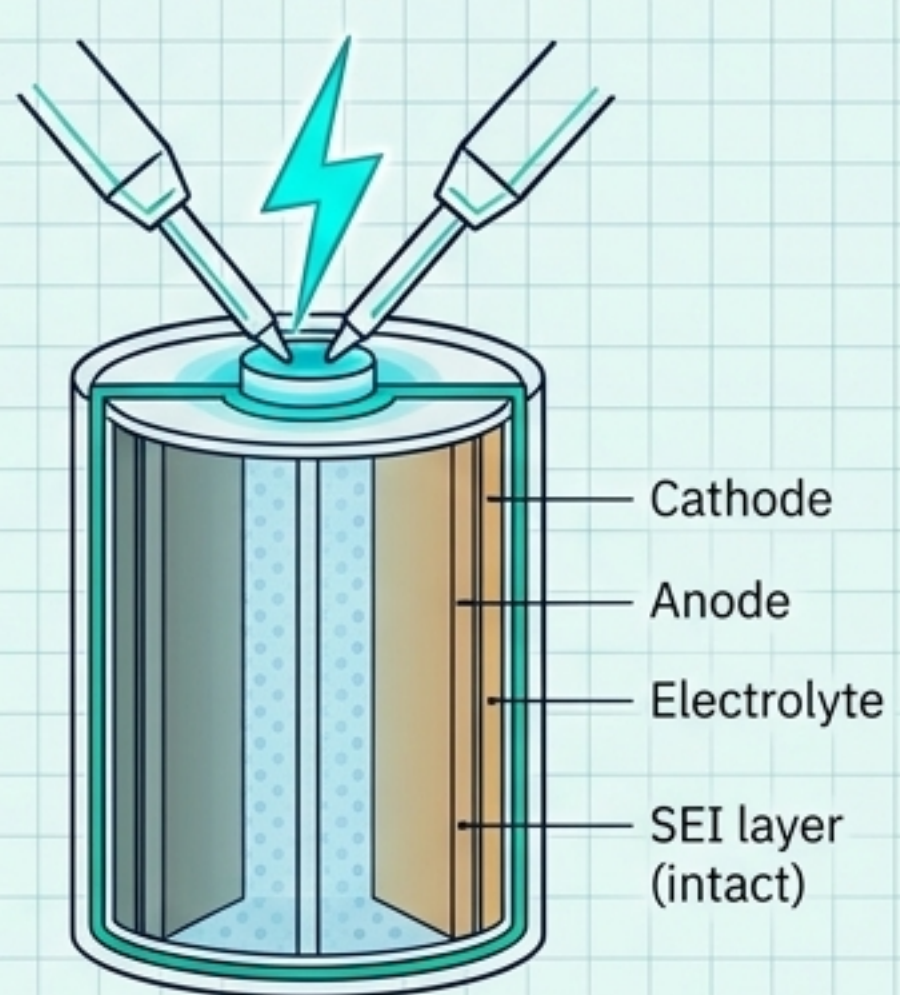


การต่อขั้วบวกเข้าด้วยกันและขั้วลบเข้าด้วยกัน เพิ่มพื้นที่การจ่ายกระแสไฟ ทำให้ความจุรวมเพิ่มขึ้นตามจำนวนเซลล์ ใช้ร่วมกับการต่ออนุกรมเพื่อสร้าง Battery Pack ที่สมบูรณ์

ความท้าทายในการประกอบ: การจัดการความร้อน (Thermal Management)



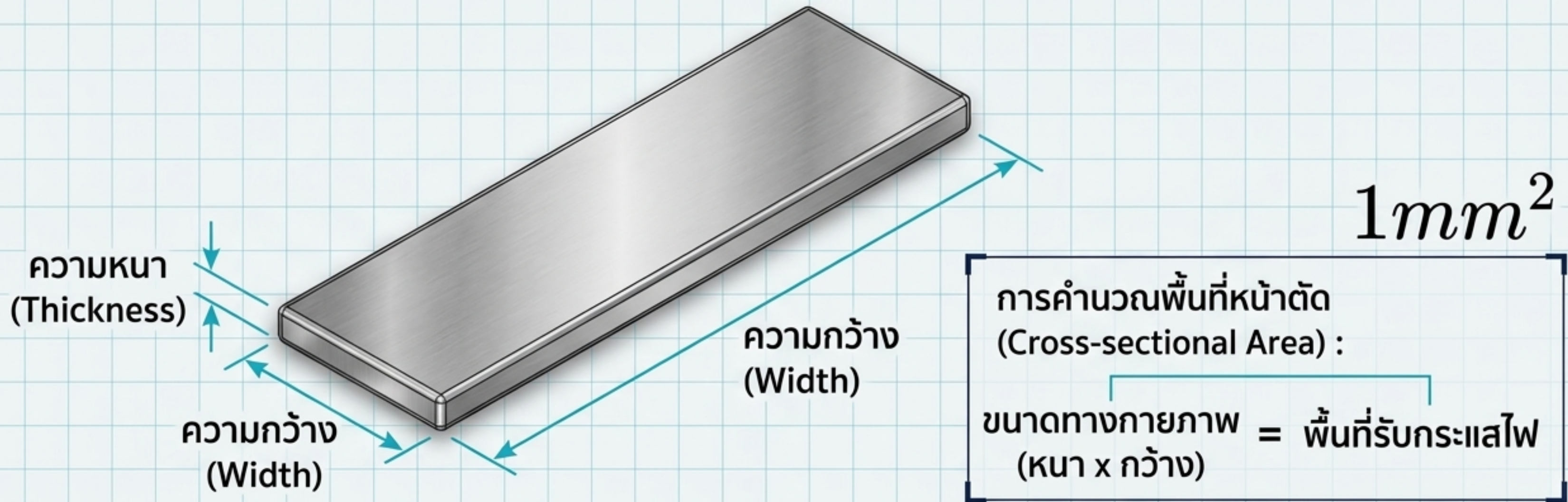
หิวแร่บักกรี (Soldering)
ความร้อนสะสมเป็นเวลานาน
ทำลายโครงสร้างสารเคมีและฉนวนภายในเซลล์ (SEI layer)
ก่อให้เกิดอันตรายและลดอายุการใช้งาน (ไม่แนะนำ)



การเชื่อมจุด (Spot Welding)
ปล่อยพลังงานสูงในระยะเวลาสั้นมาก (มิลลิวินาที)
สร้างจุดเชื่อมที่แข็งแรงโดยไม่ทำลายโครงสร้างเคมี
ภายในเซลล์ (มาตรฐานวิศวกรรม)

วัสดุนำไฟฟ้า: แผ่นนิกเกิลบริสุทธิ์ (Pure Nickel Strips)

แผ่นนิกเกิลเป็นมาตรฐานสากลในการเชื่อมเซลล์แบตเตอรี่
เนื่องจากมีความต้านทานต่ำและทนต่อการเกิดสนิม



พื้นที่หน้าตัดที่ใหญ่ขึ้น = ความสามารถในการทนกระแสไฟที่สูงขึ้น ลดความร้อนสะสมในระบบ 🔥

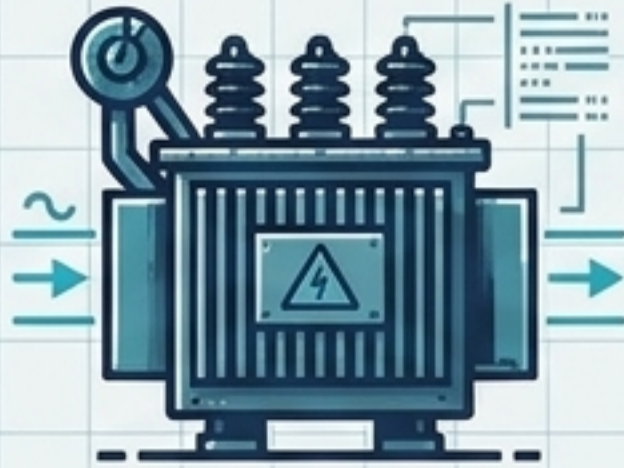
ตารางอ้างอิง: ขนาดแผ่นนิกเกิลและขีดจำกัดกระแสไฟ (Ampacity Sizing Guide)



ขนาด (หนา x กว้าง)	พื้นที่หน้าตัด	ขีดจำกัดกระแสไฟฟ้า
0.1 mm x 8 mm	0.80 mm ²	~4.0 A
0.12 mm x 8 mm	0.96 mm ²	~4.8 A
0.15 mm x 8 mm	1.20 mm ²	~6.0 A
0.2 mm x 10 mm	2.00 mm ²	~10.0 A
0.15 mm x 15 mm	2.25 mm ²	~11.0 A

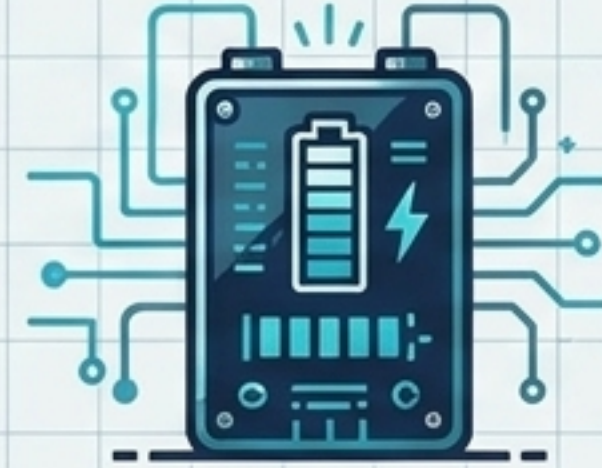
ข้อมูลสำหรับการอ้างอิงเบื้องต้น การออกแบบระบบกำลังสูงต้องคำนึงถึงปัจจัยความร้อนแวดล้อมร่วมด้วย

เทคโนโลยีเครื่องเชื่อมจุด (Spot Welding Equipment)



ระบบหม้อแปลง (Transformer-based)

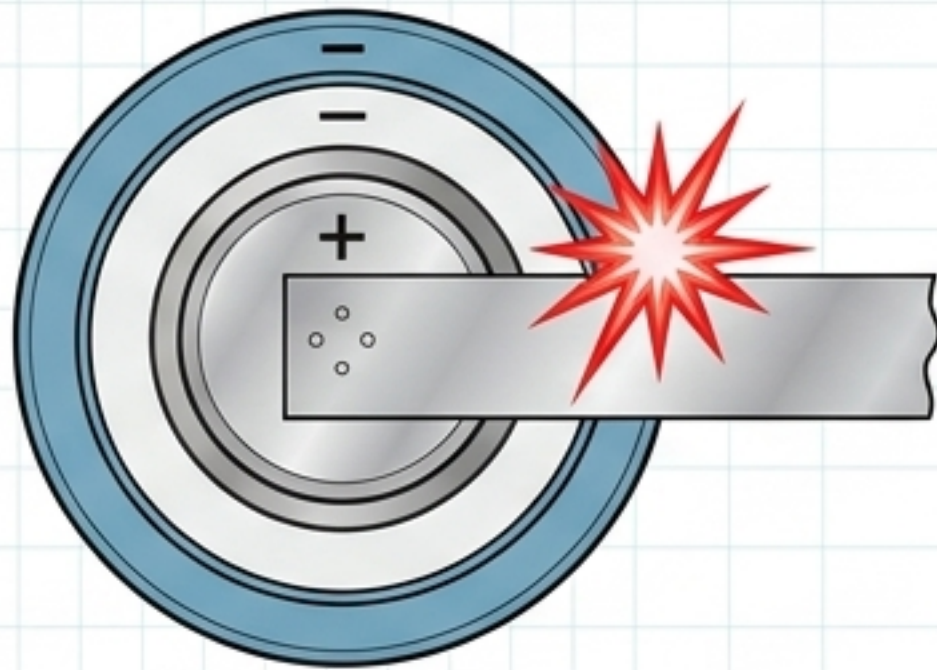
- **หลักการ:** แปลงไฟฟ้าบ้าน (AC) เป็นกระแสสูงโดยตรง
- **ลักษณะ:** จ่ายพลังงานต่อเนื่องและสม่ำเสมอ แต่อาจมีปัญหา**กระแสไฟตก**ในระบบไฟฟ้าบ้านทั่วไป ⚠️
เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก



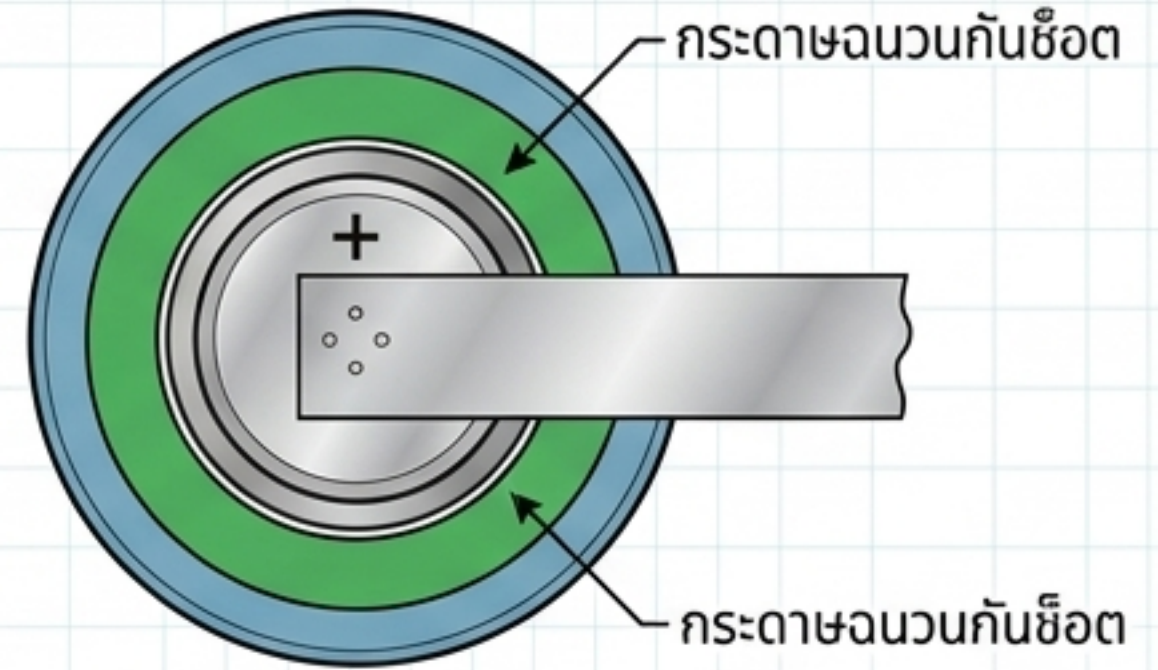
ระบบคาปาซิเตอร์ (Capacitor / CD Welder)

- **หลักการ:** เก็บประจุไฟฟ้าแล้วปล่อยออกอย่างรวดเร็ว (Pulse)
- **ลักษณะ:** พลังงานกะลุดกะลวงสูง รอยเชื่อมสวยงาม ไม่รบกวนระบบไฟฟ้าบ้าน เป็นที่นิยมในงานประกอบแบตเตอรี่สมัยใหม่

มาตรฐานความปลอดภัย: การป้องกันการลัดวงจร (Short Circuit Prevention)



Don't: การจัดวางที่ไม่ถูกต้อง (Incorrect Placement)
การสัมผัสโดยตรงระหว่างขั้วบวกและขั้วลบทำให้เกิดการลัดวงจร
(Direct contact between positive and negative rim causes short circuit)



Do: การจัดวางที่ถูกต้อง (Correct Placement)
ใช้แหวนฉนวนกันช็อตเพื่อแยกขั้วออกจากกันอย่างสมบูรณ์
(Use insulating ring to completely isolate terminals)



ข้อควรระวังสูงสุด: พื้นผิวส่วนใหญ่ของกระบอกเซลล์คือขั้วลบ (-) ต้องระมัดระวังไม่ให้แผ่นนิกเกิลหรืออุปกรณ์สัมผัสขอบเซลล์ระหว่างขั้วบวก (+) การจัดวางที่ผิดพลาดเพียงเสี้ยววินาทีอาจนำไปสู่การลัดวงจรกระแสสูงและเพลิงไหม้ได้

บทสรุป: หลักการสำคัญในการสร้างแบตเตอรี่แพ็คที่มีประสิทธิภาพ (Key Principles for Creating an Efficient Battery Pack)

